

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11331095 A**

(43) Date of publication of application: 30 . 11 . 99

(51) Int. Cl.

H04B 10/17

H04B 10/16

H01S 3/06

H01S 3/10

(21) Application number: 11081374

(22) Date of filing: 25 . 03 . 99

(30) Priority: 27 . 03 . 98 US 98 48792

(71) Applicant: AFC TECHNOL INC

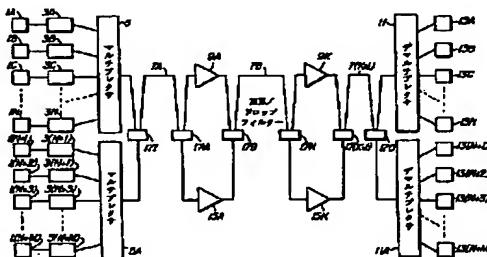
(72) Inventor: DAN DAN YAN

(54) WIDE BAND OPTICAL SIGNAL TRANSMISSION SYSTEM

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable wide band optical signal transmission without exchanging a current erbium doped fiber amplifier(EDFA) by connecting a second optical amplifier to an optical transmission medium for amplifying the second optical signal of another band transmitted by the same optical transmission medium.

SOLUTION: Optical fiber sections 7A-7(K+1) and EDFs 9A-9K amplify and transmit multiplexed optical signals on 1545 nm band. Then, additional plural laser sources 1(N+1)-1(N+M) are connected to modulators 3(N+1) to 3(N+M) and its output is connected to a multiplexer 5A. In this case, amplifiers 15A-15K are connected between the ends of respective optical fibers 7A-7K and the heads of the next optical fibers 7(A+1) to 7(K+1). The multiplexer 5A multiplexes an inputted modulated signal into signal on 1,585 nm. The amplifiers 15A-15K have 1,585 nm band as a passing band and amplify this multiplexed signal.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(51) Int.Cl.⁶
 H 04 B 10/17
 10/16
 H 01 S 3/06
 3/10

識別記号

F I
 H 04 B 9/00
 H 01 S 3/06
 3/10

J
 B
 Z

審査請求 未請求 請求項の数28 OL (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平11-81374

(22)出願日

平成11年(1999)3月25日

(31)優先権主張番号 09/048792

(32)優先日 1998年3月27日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 599022904

エイエフシー・テクノロジーズ・インコーポレイテッド
 AFC Technologies Inc.

カナダ、ジェイ8ワイ・3エス2、ケベック、ハル、アドリアン・ロペール110番

(72)発明者 ダン・ダン・ヤン

カナダ、ジェイ8ティ・8シー9、ケベック、ガティノー、ドゥ・ナンテル・リュ104番

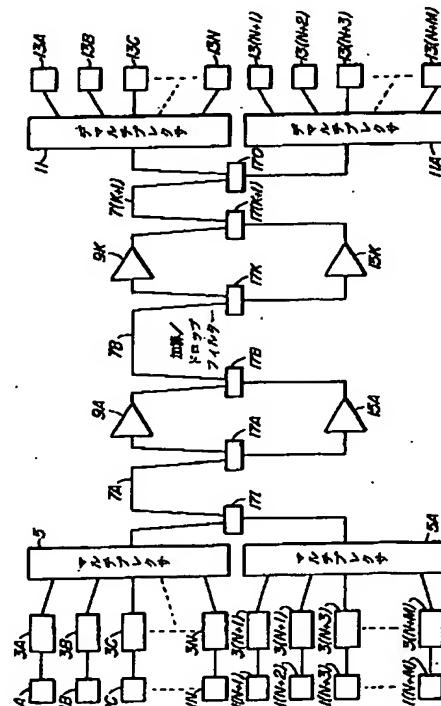
(74)代理人 弁理士 青山 葵 (外1名)

(54)【発明の名称】 広帯域光信号送信システム

(57)【要約】

【課題】 広帯域光信号送信システムを提供する。

【解決手段】 広帯域光信号送信システムは、少なくとも1本の光送信媒体と、光送信媒体によって送信される1つのバンドにおける第1光信号を増幅するために、光送信媒体に接続される第1光増幅器と、同一の光送信媒体によって送信される別のバンドにおける第2光信号を増幅するために、光送信媒体に接続される第2光増幅器と、光送信媒体によって送信される光信号を分離するため、さらに分離した光信号をそれぞれの出力に与えるための少なくとも1つのデマルチプレクサを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 少なくとも1本の光送信媒体と、
 (b) 光送信媒体によって送信される1つのバンドにおける第1光信号を増幅するために、光送信媒体に接続される第1光増幅器と、
 (c) 同一の光送信媒体によって送信される別のバンドにおける第2光信号を増幅するために、前記光送信媒体に接続される第2光増幅器と、
 (d) 前記光送信媒体によって送信される光信号を分離するために、さらに分離した光信号をそれぞれの出力に与えるために、少なくとも1つのデマルチプレクサとを含む広帯域光信号送信システム。

【請求項2】 光増幅器を光送信媒体に接続するため、少なくとも1つの加算／ドロップフィルターを含む、請求項1に係るシステム。

【請求項3】 複数の入力光信号を多重化するために、さらに多重化光信号を1つのバンドおよび別のバンドのそれぞれにおける光増幅器の入力に加えるために、少なくとも1つのマルチプレクサを含む、請求項2に係るシステム。

【請求項4】 複数の入力光信号を多重化するために、さらに多重化光信号を入力加算／ドロップフィルターによって光送信ラインに加えるために、少なくとも1つのマルチプレクサを含み、別々の前記の1つのバンドおよび別のバンドにおける第1および第2光増幅器のそれぞれの入力に光送信ラインを接続する加算／ドロップフィルターをさらに含む、請求項2に係るシステム。

【請求項5】 少なくとも1つのデマルチプレクサが、第1および第2光増幅器から直接出力信号を受信するために接続されるそれぞれの入力を有するデマルチプレクサのペアを含む、請求項2に係るシステム。

【請求項6】 少なくとも1つのデマルチプレクサが、下流の光送信媒体および下流の光増幅器によって、第1および第2光増幅器から出力信号を受信するために接続されるそれぞれの入力を有するデマルチプレクサのペアを含む、請求項2に係るシステム。

【請求項7】 少なくとも1つのデマルチプレクサが、第1および第2光増幅器から直接出力信号を受信するために接続されるそれぞれの入力を有するデマルチプレクサのペアを含む、請求項4に係るシステム。

【請求項8】 少なくとも1つのデマルチプレクサが、下流の光送信媒体および下流の光増幅器によって、第1および第2光増幅器から出力信号を受信するために接続されるそれぞれの入力を有するデマルチプレクサのペアを含む、請求項4に係るシステム。

【請求項9】 第1および第2増幅器の出力を送信媒体に接続するための加算／ドロップフィルターをさらに含み、出力加算／ドロップフィルターは送信媒体の端を少なくとも1つのデマルチプレクサに接続する、請求項2に係るシステム。

【請求項10】 少なくとも1つのデマルチプレクサが、

出力加算／ドロップフィルターの出力ポートから、1つのバンドにおける光信号を受信するために第1デマルチプレクサと、
 出力加算／ドロップフィルターの別の出力ポートから、別のバンドにおける光信号を受信するために第2デマルチプレクサとを含む、請求項9に係るシステム。

【請求項11】 少なくとも1つのデマルチプレクサが、下流の光送信媒体および下流の光増幅器によって、第1および第2光増幅器から出力信号を受信するために接続する入力を有する、請求項2に係るシステム。

【請求項12】 下流の光送信媒体が光ファイバーを含み、

加算／ドロップフィルターが、最後の光送信媒体を除く光送信媒体のそれぞれの端をそれぞれ1つおよび別のバンドにおける第1および第2光増幅器のそれぞれの入力に接続し、

加算／ドロップフィルターが、第1および第2光増幅器のそれぞれの出力を最初の光送信媒体を除く光送信媒体のそれぞれの入力端に接続し、

少なくとも1つのマルチプレクサの出力信号が、前記の1つおよび別のバンドのそれぞれにおいて、第1および第2光増幅器のそれぞれの最初の入力に接続され、
 第1および第2光増幅器の最後の出力光信号が、少なくとも1つのデマルチプレクサの入力に接続される、請求項11に係るシステム。

【請求項13】 少なくとも1つのマルチプレクサの出力光信号が、第1および第2光増幅器のそれぞれの最初の入力に直接接続される、請求項12に係るシステム。

【請求項14】 第1および第2光増幅器の最後の出力光信号が、少なくとも1つのデマルチプレクサの入力に直接接続される、請求項12に係るシステム。

【請求項15】 少なくとも1つのマルチプレクサの出力光信号が、加算／ドロップフィルターによって、最初の光ファイバーに接続される、請求項12に係るシステム。

【請求項16】 第1および第2光増幅器の最後の出力光信号が、加算／ドロップフィルターによって、最後の光ファイバーの入力端に接続され、最後の光ファイバーの出力端が、加算／ドロップフィルターによって、少なくとも1つのデマルチプレクサに接続される、請求項1に係るシステム。

【請求項17】 (a) 複数の第1入力光信号を受信するために、さらに第1光バンドにおける前記第1光信号を送信する結合光信号を出力するために、第1マルチプレクサ装置を含む、第1光バンド用の送信システムと、

(b) 複数の光ファイバーによって送信される、第1光バンドにおける結合光信号を増幅するために、複数の第1光増幅器と複数の光ファイバーとを含む送信ライン

と、

(c) 複数の第2入力光信号を受信するため、さらに第2光バンドにおける第2光信号を送信する結合光信号を送信システムに接続するための第2マルチプレクサ装置と、

(d) 複数の光ファイバーによって送信される、第2光バンドにおける結合光信号を増幅するために、複数の第1光増幅器と平行な複数の第2光増幅器と、

(e) 第1および第2バンドの結合信号をさらに結合するとともに、それらを光ファイバーの入力に加える波長従属カプラーと、

さらに結合信号を第1および第2バンドに分離するとともに、それらを第1および第2光信号増幅器のそれぞれの入力に加え、随意にデマルチプレクサのそれぞれの入力に加える波長従属デカプラーとを含む広帯域光信号送信システム。

【請求項18】 カプラーとデカプラーが、加算／ドロップフィルターである、請求項17に係るシステム。

【請求項19】 第1および第2光バンドが、それぞれ名目上1545nmおよび1585nmを中心とする光バンドである、請求項17に係るシステム。

【請求項20】 入力信号を受信する双方向性共通ポートと、

1545nm光フィルターを通過する1545nm信号を送信する双方向性の加算／ドロップポートと、共通ポートにおいて入力され、かつ1545nm通過帯域光フィルターを通過しない反射光信号を受信するとともに、1545nm通過帯域外の光信号を受信する双方向性パスポートとを含む双方向性1545nm通過帯域光フィルターをフィルターが含み、

それによってそれらは共通ポートに反射され、加算／ドロップポートにおいて反射された1545nmバンド信号と結合される、請求項18に係るシステム。

【請求項21】 第1光増幅器が、エルビウムドープドファイバー増幅器であり、

第2光増幅器が、第1エルビウムドープド増幅自然放出(ASE)発生器を含み、

第1エルビウムドープド増幅自然放出(ASE)発生器は、

(i) 980nmおよび1480nmのいずれかにおけるハイパワー光信号を前記第1ASE発生器に加える手段と、

(ii) 後方ASEを反射して前記第1ASE発生器に戻すために、前記第1ASE発生器に接続されるプラグ格子反射器と、

(iii) 第1ASE発生器から出力信号を受信するとともに、出力信号を出力へ送信する第2ASE発生器とを含み、

プラグ格子を通る入力信号を前記第1ASE発生器に加える入力を含む、請求項17に係るシステム。

【請求項22】 入力とプラグ格子反射器との間に直列に接続されるアイソレーターをさらに含む、請求項21に係るシステム。

【請求項23】 980nmおよび1480nmのいずれかにおける第2光信号を第1ASE発生器に加える手段をさらに含む、請求項22に係るシステム。

【請求項24】 現行の波長分割多重化送信システムを使用する広帯域波長分割多重化信号を送信する方法であつて、

10 ここにおいて前記現行システムが、複数の第1入力光信号をより低いバンド幅信号に多重化し、より低いバンド幅光増幅器を含む光ファイバー送信ラインの最初の部分に第1多重化光信号を加え、さらに第1多重化光信号をデマルチプレクサの入力に加えるマルチプレクサを含み、

複数の第2多重化光信号をより低いバンド幅信号のバンドとは異なるバンドにおける第2多重化光信号に多重化するステップと、

20 第2多重化光信号を最初の送信システムに接続するステップと、より低いバンド幅信号を最初の光ファイバー送信ラインからより低いバンド幅の光増幅器へ通すステップと、

第2多重化光信号を光ファイバー送信ラインから異なるバンド幅を有する増幅器へ通すステップと、さらに送信するためにもとと長い送信ラインの光ファイバーにそれぞれの増幅信号を接続するステップと、

送信ラインの末端において、それぞれの異なるバンド幅信号を複数の第2出力光信号に多重分離するステップを含む広帯域波長分割多重化信号を送信する方法。

30 【請求項25】 それぞれが異なるバンド幅を有する別々の増幅器において、前記の異なる別々のバンド幅を有する結合信号における波長分割多重化信号を別々に増幅するステップと、

同一の光ファイバーを介して異なる別々のバンド幅の増幅光信号を全て送信するステップとを含む、広帯域波長分割信号を送信する方法。

【請求項26】 波長分割多重化信号が1585nmおよび1545nmバンドにある、請求項25に係る方法。

40 【請求項27】 2つのバンドの一方における信号だけを増幅する能力を有する現行の増幅器を含む現行の光ファイバー送信ラインにおいて、2つのバンドにおける多重化信号で形成される広帯域光信号を増幅する方法であつて、

現行の増幅器を避けて、2つのバンドの他方における信号を増幅できる補助増幅器に、2つのバンドの他方における信号を導くステップを含む広帯域光信号を増幅する方法。

【請求項28】 前記の2つのバンドの一方が1545nmバンドであり、2つのバンドの他方が1585nm

バンドである、請求項27に係る方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光送信システム、より詳細には広帯域多重チャンネル波長分割多重(WDM)システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】密集波長分割多重(DWDM)は、単一の光送信ファイバーを介してデータおよび音声の信号を送信するために、光ファイバー送信システムにおいて使用される。市販のDWDMシステムは、ファイバーにおける減衰により損失を受ける信号を増幅するために、中斷器として従来のエルビウムドープファイバー増幅器(EDFA)を一般的に使用する。EDFAは、1545nm付近(ここにおいて1545バンドと呼ばれ、それはほぼ1528からほぼ1562nmまで及ぶ、34nmの通過帯域である)に集中した光信号バンドにおいて一般的に増幅する。結果的に多重化信号の最大数を受け入れるために、チャンネルは、通過帯域内において狭く区切られなければならない。結果的に実際のWDMシステムは、50GHzのチャンネルスペースによって80チャンネルまで送信可能であり、その結果システムの全能力は、それぞれのチャンネルが2.5Gbit/sで作動するならば、200Gbit/sに相当する(またはそれぞれのチャンネルが10Gbit/sならば、800Gbit/sに相当する)。

【0003】このバンド幅内にもっと多くのチャンネル数を収容しようとするならば、チャンネルスペースが50GHz(0.4nm)より小さくなるかもしれない。しかしながら、チャンネルスペースが50GHz以下になると、4光子ミキシングのような非線形効果が高いゲインを得るようになり、それによってシステム性能が低下する。

【0004】図1は、EDFAによって1528と1562nmとの間に設けられるバンド幅とnチャンネルの収容力を有する典型的なDWDMシステムを説明する。システムは、n個の高速変調器3A-3Nに出力するn個のレーザ源1A-1Nを含む。レーザ信号を変調する信号は、データおよび/またはデジタル化音声である。典型的な変調器は、一体化された電気吸収タイプか、または外部装置の電気吸収タイプかのいずれかである。レーザ源と変調器は、一緒にnチャンネルのトランスポンダーを形成する。

【0005】1528と1562nmとの間(1545nmバンド)に広がる、トランスポンダーによって与えられる光信号は、密集波長分割マルチプレクサ5によって多重化される。多重化信号は、光ファイバー7Aに加えられる。

【0006】ファイバーおよび/またはその接続装置および/またはマルチプレクサ5は、損失を生み出すの

で、ファイバーによって送信される光信号が所定のパワー・レベル、一般的にはチャンネル当たり-20dBmに減衰される場所で、その信号を増幅するために、エルビウムドープファイバー増幅器(EDFA)9A-9Kが使用される。信号が増幅器9Aによって増幅されると、それはファイバー7Bに送信され、最終セクション7(K+1)までその増幅と送信が繰り返される。EDFAの通過帯域のプロットは、図2において図示される。

【0007】送信パスの末端において、信号がデマルチプレクサ11の入力に入力される。デマルチプレクサ11は、多重化信号を形成するさまざまな波長の変調信号(チャンネル)をそれぞれ異なる受信器13A-13Nに分けて入力する。一般的にEDFAの間隔が50から100kmであるとともに、システムは、時々加算/ドロップ能力のような別の特徴も含むことが可能である。

【0008】チャンネルの数を増やすために、つまり送信ファイバーの収容能力を高めるために、EDFAバンド幅(1545nmバンド)によって制限されるシステムのバンド幅を拡張しなければならない。本発明者が発明し、かつ1998年2月20日に出願された米国特許出願(出願番号09/026,657)に記載されている2倍バンド幅ファイバー増幅器(DBFA)は、従来のEDFAによって与えられるバンド幅の2倍のバンド幅を提供できる。しかしながら、従来のEDFAバンド幅からDBFAバンド幅へDWDM送信システムの品質を向上させるために、現行のEDFAを廃棄とともに、それをDBFAと交換するための不経済な費用が必要である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記のことを考慮に入れて、本発明は、広帯域光信号送信システムを提供する。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の実施態様にしたがって、現行のEDFAを交換することなく、1545nmバンドおよびより波長の長い1585nmバンドの両方におけるDWDM光信号を送信するために同一の光ファイバーが使用される。1545nmから、1545と1585nmバンドの両方を含むように現時点のDWDMバンド幅を拡張するために、新しい1585nmバンド増幅器が使用される。

【0011】ここにおいて加算/ドロップフィルターと呼ばれる新しい光カプラーが、多重化信号バンドを光ファイバーへ接続するため、さらに光ファイバーからの多重化信号を分離するために使用される。その結果、現行のEDFAが1545nmバンドにおける光信号を増幅できるのに対して、新しい増幅器は1585nmバンドにおける光信号を増幅できる。

【0012】1585nmバンドにおける変調光信号

は、1545nmバンドにおけるそれらと同じような光ファイバーによって送信される別の複数チャンネルを形成する。したがって、チャンネルスペースを50GHzに減らすこと、または現行のEDFAを交換することなく、システムによって送信されることが可能なチャンネルの総数を実質的に2倍に、たとえばほぼ160にすることが可能である。したがって、拡張の費用はかなり減らされる。

【0013】本発明の実施態様にしたがって、広帯域波長分割多重化信号を送信する方法は、それぞれが異なるバンド幅を有する別々の増幅器において、前記の異なる別々のバンド幅を有する結合信号における波長分割多重化信号を別々に増幅するステップと、同一の光ファイバーを介して異なる別々のバンド幅の増幅光信号を全て送信するステップとを含む。

【0014】広帯域波長分割多重化信号を送信する方法は、現行の波長分割多重化送信システムを使用する。ここにおいて、現行のシステムは、複数の第1入力光信号をより低いバンド幅信号に多重化し、より低いバンド幅光増幅器を含む光ファイバー送信ラインの最初の部分に第1多重化光信号を加え、さらに第1多重化光信号をマルチプレクサの入力に加えるマルチプレクサを含む。

【0015】現行の波長分割多重化送信システムを使用する広帯域波長分割多重化信号を送信する方法は、複数の第2多重化光信号をより低いバンド幅信号のバンドとは異なるバンドにおける第2多重化光信号に多重化するステップと、第2多重化光信号を最初の送信システムに接続するステップと、より低いバンド幅信号を最初の光ファイバー送信ラインからより低いバンド幅の光増幅器へ通すステップと、第2多重化光信号を光ファイバー送信ラインから異なるバンド幅を有する増幅器へ通すステップと、さらに送信するためにもっと長い送信ラインの光ファイバーにそれぞれの増幅信号を接続するステップと、送信ラインの末端において、それぞれの異なるバンド幅信号を複数の第2出力光信号に多重分離化するステップを含む。

【0016】別の実施態様にしたがって、広帯域光信号送信システムは、(a)少なくとも1本の光送信媒体と、(b)光送信媒体によって送信される1つのバンドにおける第1光信号を増幅するために、光送信媒体に接続される第1光増幅器と、(c)同一の光送信媒体によって送信される別のバンドにおける第2光信号を増幅するために、前記光送信媒体に接続される第2光増幅器と、(d)前記光送信媒体によって送信される光信号を分離するため、さらにそれぞれの出力に分離した光信号を出力するための少なくとも1つのデマルチプレクサとを含む。

【0017】現行の増幅器を有する現行の光ファイバー送信ラインにおいて2つのバンドにおける多重化光信号によって形成される広帯域光信号を増幅する方法であつ

て、現行の増幅器は、2つのバンドの一方だけにおいて信号を増幅する能力を有し、該方法は、現行の増幅器を避けて2つのバンドの他方における信号を増幅できる補助増幅器に、2つのバンドの前記他方における信号を導くステップを含む。

【0018】2つのバンドの一方が1545nmバンドであり、2つのバンドの他方が1585nmバンドであることが好ましい。

【0019】

10 【発明の実施の形態】添付図面とともに以下の詳細な記載を考慮に入れることによって、本発明がより理解しやすくなるであろう。

【0020】図3は、本発明の実施の形態にしたがって広帯域光送信システムを説明する。レーザ源1A-1N、変調器3A-3N、マルチプレクサ5、デマルチプレクサ11および受信器13A-13Nが、先行技術と同じように接続される。同様に光ファイバーセクション(またはいずれかの光送信媒体)7A-7(K+1)およびEDFA9A-9Kが、図2において図示されている1545nmバンドにおける多重化光信号を増幅するとともに送信する。

【0021】しかしながら、追加の複数レーザ源1(N+1)-1(N+M)が変調器3(N+1)-3(N+M)に接続され、その出力はマルチプレクサ5Aの入力に接続される。マルチプレクサ5Aの出力は、以下に記載される方法で、光ファイバー7Aの第1入力端に接続される。

【0022】以下に記載される性質を有する増幅器15A-15Kは、それぞれの光ファイバー7A-7Kの端と次の光ファイバー7(A+1)-7(K+1)の先頭との間に接続される。

【0023】マルチプレクサ5Aは、そこに入力される変調信号を1585nmにおける信号に多重化する。その信号は、ほぼ1565nmから1605nmまでの波長を有する。増幅器15A-15Kは、通過帯域として1585nmバンドを有し、この多重化信号を増幅する。

【0024】送信バスの末端において、1585nmバンドにおける信号は、1545nmバンドにおける信号から分離される。1585nmバンドにおける信号は、デマルチプレクサ11Aに加えられ、デマルチプレクサ11Aは、変調器3(N+1)-3(N+M)からそれらの出力と対応する変調信号を分離するとともに、それらを別々の出力チャンネルに加え、それらが受信器13(N+1)-13(N+M)に加えられる。

【0025】増幅器は、図4のプロットで図示されるような通過帯域を有する。

【0026】効率的に光ファイバーリンクの収容能力を2倍にする同一の光ファイバー媒体は、図2において説明されている1545nmバンドにおける全光信号チャ

ンネルと、図4において説明されている1585nmバンドにおける別の全光信号チャンネルとを送信できることが明らかにされるであろう。先行技術のEDFAは、本実施の形態の一部として継続使用されるので、交換される必要がなく、したがって費用を節約できる。しかしながら、ある種の装置において、マルチプレクサ5と5Aを単一のマルチプレクサおよび/または単一のデマルチプレクサと結合する、および/またはデマルチプレクサ11と11Aを単一のマルチプレクサおよび/または単一のデマルチプレクサと結合することが好ましいかもしれないことについて記載されるべきである。

【0027】マルチプレクサと光ファイバー、光ファイバーとデマルチプレクサ、光ファイバーと増幅器9A-9Kの入力および出力とをそれぞれ接続するために、バンド従属カプラー/デカプラーが、好んで加算/ドロップフィルター17A-17(K+1)、17Iおよび17Oの形状で使用される。フィルター17Iは、マルチプレクサ5と5Aをファイバーセクション7Aに接続するために使用され、フィルター17Oは、ファイバーの最終セクション7(K+1)をデマルチプレクサ11と11Aの入力に接続するために使用される。フィルター17A-17(K+1)は、ファイバーセクションを増幅器9A-9Kと15A-15Kの入力と出力に接続するために使用される。フィルターのそれぞれは、2つのバンドにおける多重化信号を1つの光ストリームにすることができるとともに、結合した光ストリームを1545nmと1585nmバンドのそれぞれにおける2つの多重化信号に分割する。

【0028】図5は、フィルター17I、17A-17(K+1)および17Oのいずれかとして使用されることが可能な加算/ドロップフィルターを説明する。このフィルターの1つの形状は、1998年2月20日に出願された本発明者の米国特許出願（出願番号09/026,657）に記載され、それは参照によってここに組み込まれる。フィルターは1545nmバンド用の標準通過帯域フィルターを含み、それは1545nmバンド信号を双方向に通過させる。それは、共通ポート21と加算/ドロップポート23へ発信されるとともに、そこから受信されるかもしれない。1585nmバンドにおける信号の利用に關しても、フィルターは、1585nmバンドにおける信号を反射し、その信号は、双方向性パスポート25において集められることが可能である。同様に、パスポート25に加えられる1585nmバンドにおける信号は、共通ポートへ反射される。

【0029】したがって、加算/ドロップフィルターは、1545nmと1585nmバンドにおける信号を共通ポート21で受信されるとともに、これらの信号を別々のバンドに分割できる。加算/ドロップポート23に1545nm信号が現れ、パスポート25に1585nm信号が現れる。フィルターは、パスポート25に現

れる1585nmバンドにおける信号と、1545nmにおける信号とを受信でき、さらに結合された信号を共通ポート21に発信する。

【0030】バンドの分離と結合を行うことができる別の加算/ドロップフィルターが、記載されたフィルターの代わりに使用されるかもしれない。

【0031】このように加算/ドロップフィルター17Iは、マルチプレクサ5と5Aの出力から受信したそれぞれのバンドにおける信号を結合し、結合された信号を

10 光ファイバーセクション7Aへ接続する。加算/ドロップフィルター17Aは、結合された信号を1545nmと1585nmバンドに分割するとともに、それらを増幅器9Aと15Aのそれぞれの入力へ接続する。このように増幅器9Aと15Aは、増幅可能なバンドにおける光信号を受信する。

【0032】同様に、増幅器9Aと15Aの出力信号は、加算/ドロップフィルター17Iの方法と類似の方法で加算/ドロップフィルター17Bにおいて結合される。結合された信号は、光ファイバーセクション7Bの

20 入力端に接続される。同様の方法で、加算/ドロップフィルターは送信ルートに沿って光信号を分離するとともに、結合する。その通信ルートにおいて増幅器は、それぞれのバンドにおける信号を増幅する。

【0033】光ファイバーの最終セクション7(K+1)の末端において、加算/ドロップフィルター17Oは信号を別々のバンドに分離し、それらをチャンネルが上記に記載されたように分割されるそれぞれのデマルチプレクサ11と11Aの入力に加える。

【0034】ある種のデザインにおいて、光ファイバーセクション7Aおよび/または7(K+1)の長さは、0であるかもしれないことに注意すべきである。そのような場合において、マルチプレクサ5の出力は、増幅器9Aの入力に接続されることが可能であるとともに、マルチプレクサ5Aの出力は、増幅器15Aの入力に接続されることが可能である。さらに増幅器9Kの出力は、デマルチプレクサ11の入力に接続されることが可能であるとともに、増幅器15Kの出力は、デマルチプレクサ11Aの入力に接続されることが可能である。

【0035】増幅器15A-15Kは、図6において示されているようなデザインであることが可能である。参照によってここに組み込まれる前記の本発明者に係る米国特許出願（出願番号09/026,657）において開示されているような発明の実施の形態を、このデザインは構成する。この構造は、980nmまたは1480nmにおけるハイパワーポンプレーザ（例えば、パワーが150mWより大きい）を含み、それは980/1550nm光カプラー24によって、エルビウムドープド増幅自然放出（ASE）発生器26をポンプする。ASE発生器26は、ファイバーブラッギング格子27によって50 反射された後方ASEを有する。後方ASEを反射して

発生器 26 に戻す格子 27 は、それを飽和させて前方伝達 A S E を効果的に発生させる。ほぼ 1532 nm 付近にピークがあるこの大量の A S E は、光カプラー 24 を通って進み、第 2 増幅器 29 に吸収される。第 2 増幅器 29 は、入力ポートの INPUT に入力される信号に 1585 nm におけるゲインを与える。

【0036】上記に記載される構造のゲインは、20 dB 以上のWDMゲインを研究所試作品において達成するために示されている。もっと多くのゲインが必要ならば、第 2 ポンプレーザ 31 が光カプラー 33 を介して発生器 26 に接続される。ポンプレーザ 31 は、980 または 1480 nm のいずれかにおける光信号を発生させるはずである。

【0037】入力アイソレーター 35 および出力アイソレーター 37 は、それぞれ入力ポートの INPUT および出力ポートの OUTPUT に直列に接続されて、後方反射によるレージングから増幅器を保護する。増幅器 15A-15K のそれぞれを構成することが可能な上記記載の増幅器の最終的な通過帯域は、図 4 において図示される。

【0038】マルチプレクサとデマルチプレクサは市販の薄いフィルムフィルター、導波管または双円錐形の融合技術によって形成されることが可能である。

【0039】したがって、本発明によって、DWDM システムの取り付けられたベースを使用し続けることができる。ここに記載される 1585 nm 信号用の増幅器のバイパス構成を使用することによって、無駄なく最小限の費用で 2 倍の収容能力を有するようにシステムを向上させることができる。

【0040】本発明の実施の際に、記載されているような厳密なバンド波長に固執する必要はなく、本発明はそのほかのバンドおよびバンド幅にも応用可能であることに気付かされるであろう。

【0041】本発明を理解する人は、ここに記載されている原則を使用して別の実施例および改良例を思いつくかもしれない。そのような実施例および改良例の全ては、本明細書に記載されたクレームにおいて定義されて * いるように、本発明の精神と範囲内にあると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】先行技術に係るシステムのブロック図である。

【図 2】図 1 のシステムにおいて使用される増幅器の通過帯域に関するグラフである。

【図 3】本発明に係るシステムのブロック図である。

【図 4】図 3 のシステムにおいて使用される第 2 増幅器の通過帯域に関するグラフである。

【図 5】本発明の実施態様において使用される加算／ドロップフィルターの概略図である。

【図 6】図 3 のシステムにおいて使用される増幅器のブロック図である。

【符号の説明】

1 A-1 (N+M) ……レーザ源

3 A-3 (N+M) ……変調器

5, 5A ……マルチプレクサ

7 A-7 (K+1) ……光ファイバー

9 A-9 K ……増幅器

11, 11A ……デマルチプレクサ

13-13 (N+M) ……受信器

15A-15K ……増幅器

17I, 17A-17 (K+1), 17O ……加算／ドロップフィルター

19 ……標準通過帯域フィルター

21 ……共通ポート

22 ……ポンプレーザ

23 ……加算／ドロップポート

24 ……光カプラー

25 ……パスポート

26 ……A S E 発生器

27 ……ファイバーブラッギング格子

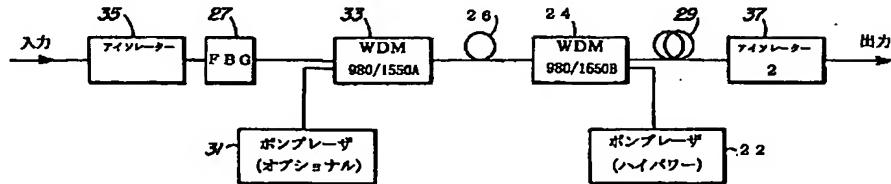
29 ……第 2 増幅器

31 ……ポンプレーザ

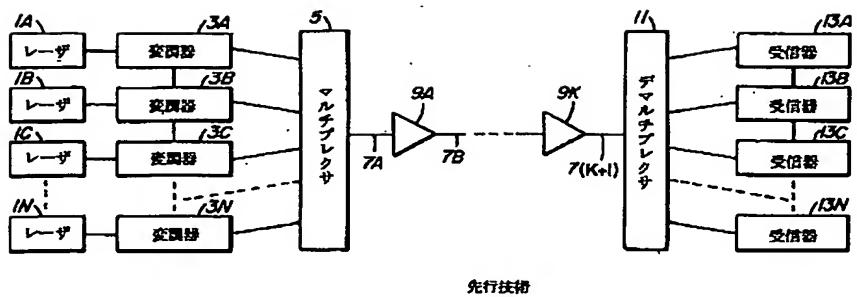
33 ……光カプラー

35, 37 ……アイソレーター

【図 6】

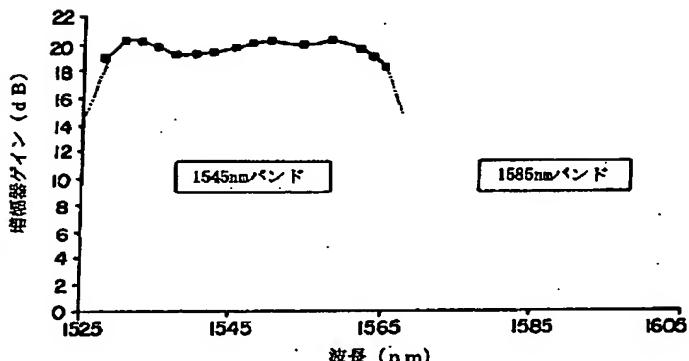


【図1】



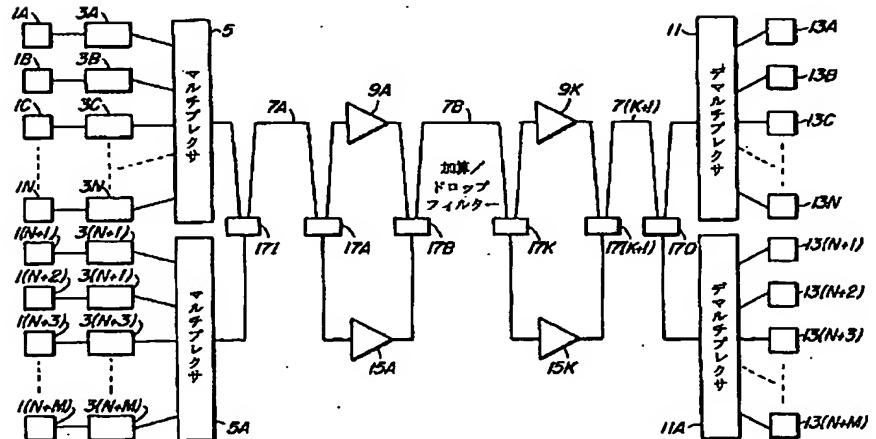
先行技術

【図2】

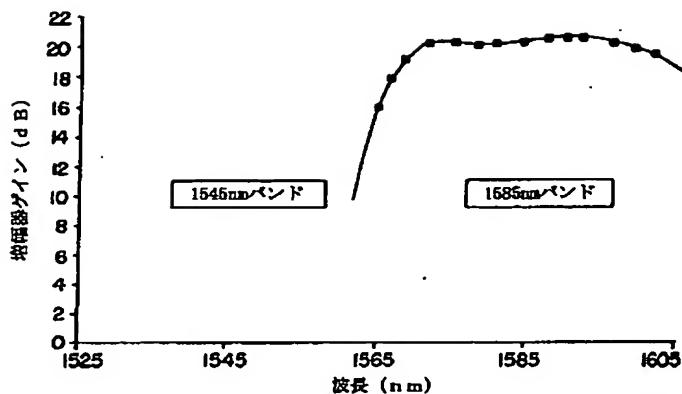


先行技術

【図3】



【図4】



【図5】

